

縦磁界効果を利用した RE 系超伝導直流電力ケーブルの臨界電流特性

Critical current characteristics in RE based superconducting

DC power cable using the longitudinal field effect

九工大¹, 古河電工² ○木内 勝¹, 木戸 竜馬¹, 田邊 裕也¹, 小田部 荘司¹, 松下 照男¹, 八木 正史², 福島 弘之²Kyushu Inst. of Tech.¹, Furukawa Electric Co., Ltd.² ○Masaru Kiuchi¹, Kido Ryoma¹, Yuya Tanabe¹,Edmund Soji Otake¹, Teruo Matsushita¹, Masashi Yagi², Hiroyuki Fukushima²

E-mail: kiuchi@cse.kyutech.ac.jp

1. はじめに

電力ケーブルの電流容量を増加させるためには、臨界電流 I_c の増加が必要である。この I_c の向上には、線材作製の最適化や適切な人工ピンの導入などが必要である。一方で、電流 I と磁界 B が平行となる縦磁界下では、利用環境の変更のみで I_c が増加する。最近、超伝導線材の巻き方を工夫することにより縦磁界環境を作り、高い I_c を利用した直流電力ケーブルが提案されている[1]。この縦磁界直流ケーブルは多層化により、縦磁界が強められることから大容量化に優れるが、縦磁界効果により I_c も増加することからコンパクトなケーブルにおいても有効な手法であると考えられる。

本研究では、市販されている REBCO コート線材を用いて、内側3層の縦磁界超伝導直流電力ケーブルを設計及び作製し、ケーブルの通電試験を行った。得られた実験結果と設計値との比較を行い、コート線材を用いた縦磁界ケーブルの有効性について議論する。

2. 超伝導直流電力ケーブルの設計と測定

今回の縦磁界直流電力ケーブルは、直径 10 mm のフォーマと、SuperPower 社の 2 mm 幅の REBCO コート線材を使用した内3層構造とした。ケーブルの構造を Fig. 1 に示す。この構造で縦磁界効果が最大となる REBCO コート線材の巻角度 θ を、短尺コート線材の臨界電流密度 J_c の縦磁界依存性を用いて理論的に算出した[2]。なお、精密な解析では層間で $1\sim 2^\circ$ の角度差が必要となるが、今回は3層共に同じ角度として設計を行った。解析から本作製ケーブルは、巻角度を $\theta = 10^\circ$ とした場合、縦磁界が $B = 0.1$ T の時にケーブルの I_c が最大となる結果となった。

上記の設計に基づき作製したケーブルは、全長は電

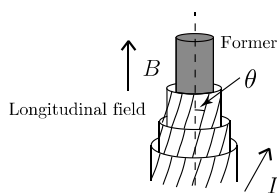


Fig.1 Cable structure.

流端子部を含み 700 mm で、最外層の3層目に 100 mm の間隔の電圧端子を取り付けた。このケーブルの I_c 特性評価は、最大 6000 A まで通電できる直流電源を用いて直流四端子法で、液体窒素中(77.3 K)で行った。また、今回のケーブルは内側層のみのため、縦磁界 B は Bi-2223 超伝導コイルを用いて ~ 0.5 T まで加えた。また、ケーブルの I_c は、電圧端子間に $V = 1.0 \times 10^{-5}$ V の電圧が生じる電流で決定した。

3. 結果・考察

Fig. 2 にケーブルの I_c の縦磁界依存性を示す。●が縦磁界になる方向に磁界を加えた場合で、逆方向、すなわち非縦磁界の場合が□である。縦磁界の I_c は磁界の増加と共に増加し 0.1 T で最大となり、設計と一致する結果が得られた。一方で、非縦磁界下では I_c は磁界の増加と共に単調に減少する。したがって、増加率は大きくないが、3層においても縦磁界効果による電流容量の増加が得られ、本手法の有効性を確認することができた。

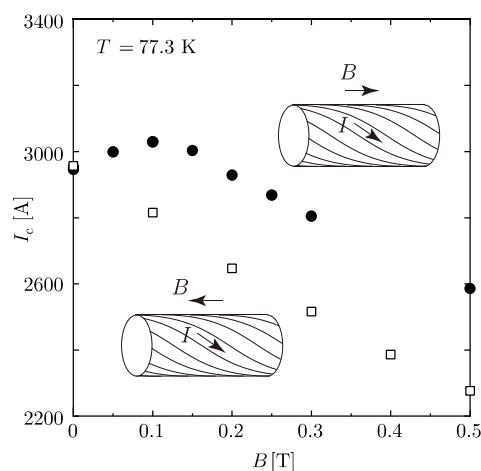


Fig. 2 Critical current in longitudinal magnetic field for a DC power cable. ● is longitudinal magnetic field and □ is non-longitudinal magnetic field.

4. 参考文献

- [1] T. Matsushita *et al.*, Supercond. Sci. Technol. **25** (2012) 125009.
- [2] V.S. Vyatkin *et al.*, Physica C, **494** (2013) 135-139.